



**PÖYRY ERŐTERV
ENERGETIKAI TERVEZŐ ÉS VÁLLALKOZÓ ZRT.**

1450 Budapest, Pf. 111.
Tel.: (36 1) 455-3600
www.poyry.hu

1094 Budapest, Angyal u. 1-3.
Fax.: (36 1) 218-5585
eroterv@poyry.com

**LÉVAI PROJEKT, ÚJ ATOMERŐMŰ LÉTESÍTÉSE
Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány**

**2. és 4. KÖTET
1. rész**

Hálózatvizsgálatok a maximális [REDACTED] MW-os) bővítésre

AZONOSÍTÓ KÓD:

6F121104/0021/O

DÁTUM: 2011. december

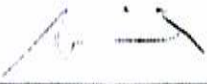
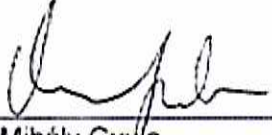
MUNKASZÁM: 6F121104



Nyilvántartási szám:
MS 0624-061
MS 0624/K-061

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatzvizsgálatok bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 2/45
---	---	---------	------------------------

A TERVDOKUMENTÁCIÓ ELKÉSZÍTÉSÉÉRT FELELŐS

Tervező	 Arnold Ákos	 Szeder László	 Szilágyi Ferenc
Minőségellenőr	 Mihály Gyula		
Projektvezető	 Szilágyi Ferenc		
Jóváhagyó	 dr. Papp Gusztáv		

Közreműködött: MAVIR RTO

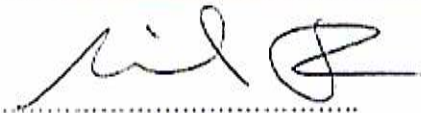
Szilágyi F.		2011. 12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Datum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok bővítésre	Fejezet	Lap/szemes lap 3/45
---	---	---------	------------------------

MÓDOSÍTÁSOK ÁTTEKINTÉSE

Első kiadás dátuma: 2011. december

Módosítás jele	Módosult fejezet	Dátum	Kiveendő oldalak	Befűzendő oldalak
----------------	------------------	-------	------------------	-------------------


.....
tervező


.....
minőségellenőr

Szilágyi F.		2011. 12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok bővítésre	Fejezet	Lapösszes lap 4/45
---	---	---------	-----------------------

TARTALOMJEGYZÉK

1	BEVEZETŐ	7
2	HÁLÓZATVIZSGÁLAT	8
2.1	A vizsgálat felépítése	8
2.2	A hálózati modell kialakítása	10
2.3	A vizsgálat első üteme	12
2.3.1	Az állandósult állapot vizsgálata	12
2.3.2	Sugarasodási állapotok vizsgálata	14
2.3.3	Zárlatvizsgálat	17
2.3.4	Stabilitásvizsgálat	18
2.4	Az első ütem eredményeinek értékelése	21
2.5	A vizsgálat második üteme	22
2.5.1	Állandósult állapot	22
2.5.2	Sugarasodási állapotok vizsgálata	22
2.5.3	Minimális üzemállapot vizsgálata	23
2.5.4	Zárlatvizsgálat	24
2.5.5	Stabilitásvizsgálat	29
2.6	A blokktranszformátor szabályozhatósága és a blokk működési tartományának elemzése	32
2.7	A zárlathárítási idő csökkentése	28
2.8	Stabilitásvédő rendszerautomatika	40
3	ÖSSZEFOGLALÁS	42
	MELLÉKLETEK	42

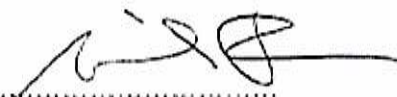
Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok bővítésre	Fejezet	Laprészszám lap 5/45
---	---	---------	-------------------------

TERVEZŐI NYILATKOZAT

A tárgyi tervezési munkát végző tervező(k) a magyar törvényekben, rendeletekben, hatósági előírásokban és a szerződésben kötelezően előírt, valamint a vonatkozó szabványokban és ágazati előírásokban rögzítetteket maradéktalanul betartotta(k).

Budapest, 2011. december 6.


.....
tervező(k)

Szilágyi F.		2011. 12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Datum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 6/45
---	---	---------	------------------------

ÁBRAJEGYZÉK

1. ÁTVITELI HÁLÓZAT – HFT- JANUAR, MAGASABB TERHELES
RENDSZER= MW, EXPORT= MW PAKS MW BOVITES
MON, OCT 24 2011 10:48
2. ÁTVITELI HÁLÓZAT – HFT- JANUAR, MAGASABB TERHELES
RENDSZER= MW, EXPORT= MW PAKS MW BOVITES
MON, OCT 24 2011 10:57
(3 PHASE FLT ALL BUSES 1 AMPS POLAR)
3. ÁTVITELI HÁLÓZAT – HFT- JANUAR, MAGASABB TERHELES
RENDSZER= MW, EXPORT= ! MW PAKS MW BOVITES
MON, OCT 24 2011 10:57
(L-G FLT ALL BUSES 3*10 AMPS POLAR)
4. ÁTVITELI HÁLÓZAT – HFT- JANUAR, MAGASABB TERHELES
RENDSZER= MW, EXPORT= MW PAKS + NETTO MW
MON, NOV 28 2011 11:23

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [REDACTED] MW-os) bővítésre	Fojezet	Lap/összes lap 7/45
---	--	----------------	--------------------------------

1 BEVEZETŐ

A Lévai-projekt keretében készülő Döntés-előkészítő megvalósíthatósági tanulmány a szabályozási és hálózatfejlesztési igényeket vizsgálja.

A tanulmány 2011 folyamán készül. A vizsgálatok előkészítéseként ERŐTERV elkészítette a 6F121104/0001/O jelű dokumentumot (Előzetes hálózati megfontolások és a [REDACTED] alállomás általános ismertetése), mely összefoglalta a legfontosabb előzményeket és alapvetéseket. A megrendelői zsűri észrevételei alapján elkészült az előzetes anyag 6F121104/0001/A jelű módosított változata is.

Ezen előzmények után megkezdődtek a részletes hálózatvizsgálatok a Szerződés 2.sz. mellékletében részletezett feladat 2. és 4. pontja szerinti tartalommal.

A következőkben közreadjuk a részletes hálózatvizsgálat első eredményeit – a Szerződésben rögzített ütemezésnek megfelelően – [REDACTED] MW-os blokkal történő bővítésre vonatkozóan. A számításokat a MAVIR ZRt. Rendszerszintű Tervezési és Elemzési Osztálya végezte, számára a hazai mellett a számításokhoz nélkülözhetetlen nemzetközi villamos hálózati modell is rendelkezésre áll.

A maximális bővítésre vonatkozó vizsgálatok ezzel nem tekinthetők lezártnak, a közreadás célja a létesítési feladatok (a Szerződés 2.sz. mellékletében részletezett feladat 3. pontja) előkészítésének támogatása, és a számítási feladatokkal kapcsolatos kérdések tisztázása a kisebb teljesítményű bővítések vizsgálatát megelőzően. Ennek megfelelően a maximális bővítésre vonatkozó vizsgálatok a teljes tanulmány megállapításainak alátámasztására további számításokkal kiegészülhetnek.

A kisebb blokknagyságokra vonatkozó számítások eredményeit a kötetek 2. része foglalja majd össze.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

2 HÁLÓZATVIZSGÁLAT

2.1 A vizsgálat felépítése

A vizsgálat egyfelől a Magyar Villamos Művek Zrt. (MVM) és a Paksi Atomerőmű Zrt. (PAE), másfelől a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli és Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) közötti előzetes megállapodás szerinti műszaki tartalommal és módszertannal készült. Ennek értelmében először a [redacted] MW-os bővítés hálózati feltételeit kell részletes vizsgálatok eredményeként meghatározni, a kisebb teljesítményű egységekkel történő bővítést (változatlan feltételek között) csak akkor és olyan mértékben, amennyiben a [redacted] MW-os bővítés vizsgálata során feltárt problémák továbbra is fennállnak, de megoldásuk más, lehetőleg gazdaságosabb módon is elérhető.

A Paksi Atomerőmű [redacted] MW (nettó) teljesítményű bővítésének vizsgálata két ütemben történt:

- Az első ütemben (lásd a mellékletet) a teljesítményszállítási és zárlati feltételek vizsgálatának szigorításaként (majorizálás) a korábban, a Teller program keretében készült Megvalósíthatósági Tanulmányban javasolt hálózatfejlesztések közül a [redacted] összeköttetés – a MAVIR által kidolgozott Hálózatfejlesztési Terv eredményei alapján - nem lett beépítve a szimulációs modellbe, a blokkok közvetlenül az erőművi kapcsolóberendezésbe csatlakoztak, továbbá a meglévő és az új alállomás összeköttetését szimbolikus hosszúságú [redacted] m-es) kuplungvezetékek biztosították. A bruttó [redacted] MW-osnak tekintett blokkok a feltételezés szerint teljes teljesítményüket vonalra adták.
- Az első ütem eredményeinek szakértői megvitatása (2011. november 3.) után a második ütemben a vizsgálat a szakértői vélemények figyelembevételére alapján megváltoztatott feltételekkel folytatódott: a blokk- és kuplungvezetékek valós hosszukkal lettek leképezve, a [redacted] távvezeték át lett forgatva az új állomásba, amelyben a feltételezés szerint a hosszanti gyűjtősinbontás is kiépül.

A második ütemben az alapvető vizsgálatok mellett több kiegészítő számítás is készült a részletproblémák tisztázására.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted]-os) bővítésre	Fojozot	Lap/összes lap 9/45
---	--	---------	------------------------

A vizsgálat célja az erőmű [redacted] MW-os bővítése eredményeként kialakuló állandósult állapot terhelési és feszültségviszonyainak a meghatározása volt a PAE által betáplált teljesítmény üzembiztos kiszállíthatóságának ellenőrzésére. Az üzemszerű (N) állapot mellett az üzemzavari viszonyokat az egy hálózati elem hiányával járó (N-1) üzemállapotok, illetve a közvetlenül a [redacted] állomásokba csatlakozó átviteli hálózati elemek körében a két elem hiányát feltételező (N-2) üzemállapotok vizsgálata mutatja be.¹ Az átviteli hálózat függetlenségét a hozzá kapcsolódó, hurkoltan üzemelő hálózatoktól az (N-1-1) üzemállapotok vizsgálata elemzi, amelyekben egy hazai átviteli hálózati elem hiányával egyidejűleg egy külföldi átviteli vagy egy hazai elosztóhálózati elem is hiányzik. (A vizsgálat a határkeresztező átviteli hálózati összeköttetéseket mindkét halmaz elemének, azaz a két halmaz metszetének tekinti, tehát az egyszerre kettő hiányával kialakuló üzemállapotokat is ellenőrzi.)

A teljesítményeloszlási vizsgálatokkal összhangban igen fontos cél volt a zárlati viszonyok meghatározása is a két [redacted] állomásban, elsősorban a jelenleg is üzemelő kapcsolóberendezés további alkalmasságának vagy cseréje szükségességének az igazolására.

Az előzőek mellett a teljesítmény biztonságos kiszállításának másik feltétele az üzem zavartatása esetén a villamosenergia-rendszer stabilitásának megőrzése, a zavartatás ellenére a blokkok üzemben tartása, üzemben maradása. Ennek követelményei a stabilitásvizsgálat során határozhatók meg.

A hálózati csatlakozás sajátosságai, a fogadó alállomás kialakítása miatt a [redacted] blokkok különleges üzemállapota a velük szemben csatlakozó távvezetésekre sugarasodás, ezt mind a teljesítmény kiszállíthatósága, mind a stabilitás fennmaradása tekintetében vizsgálni kellett.

¹ A fogalmak értelmezését lásd a mellékletben.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 10/45
---	---	----------------	---------------------------------

2.2 A hálózati modell kialakítása

A bővítés új blokkjainak jelenleg tervezett üzembe helyezési időpontjához igazodva a hálózati modell a MAVIR 2011. évi Hálózatfejlesztési Tervéhez² kidolgozott 2025. évi téli csúcsterhelési állapot hálózati modellje alapján készült, amely a magasabb terhelésfelfutási előrejelzést veszi alapul. A jelenleg ismert, szándéknyilatkozattal bejelentett erőműépítési, illetve -fejlesztési tervekben szereplő termelőegységeket az Üzemi Szabályzat előírásainak megfelelően figyelembe veszi, a hazai csúcsterhelés ellátásához szükséges erőművi betáplálást meghaladó termelés exportálását feltételezve, egyenletesen megosztva azt az európai kontinentális szinkronzóna országai között.

A [redacted] évi, magasabb felfutású téli csúcsterhelés [redacted] MW, a modellben a PAE jelenleg is üzemelő egységei mellett már az erőmű bővítése is szerepel, egy bruttó [redacted] MW-os egységgel. A jelen tanulmányban vizsgált [redacted] bővítéshez az alapul vett hálózati modell egy azonos paraméterű második blokkal lett kiegészítve, ezzel az exportált teljesítmény [redacted] MW-ra, a nagyobb hálózati veszteség miatt a csúcsterhelés [redacted] MW-ra nő.

A jelenleg ismert tervek szerint a [redacted]ig terjedő időszakban a PAE ma meglévő hálózati kapcsolatai lényegében változatlanok maradnak, egyetlen kivétellel: [redacted] térségében új [redacted] kV-os táppont létesül, a [redacted] [redacted] alállomás a [redacted] [redacted] kV-os távvezeték felhasításával és beforgatásával csatlakozik a villamosenergia-rendszerbe.

Az erőművi bővítés hálózati csatlakozásának kialakítása a korábbi tanulmányok (köztük is elsősorban a Teller program) megállapításait alapul véve történt. A csatlakozás alapvető

² A Hálózatfejlesztési Tervet a vizsgálat készítésének idején még nem fogadta el a Magyar Energetikai Hivatal, így az nem tehető közzé, adatai, eredményei nem férhetők hozzá.

³ A korábban tervezett telephely alapján [redacted] nevezett állomás telephelye időközben megváltozott [redacted] mivel azonban a hálózati háttérdokumentáció következetesen az előző megnevezést alkalmazza, az egyértelmű hivatkozás kedvéért azt a jelen tanulmány is megtartja.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [REDACTED] [REDACTED] MW-os) bővítésre	Fojezet	Lap/összes lap 11/45
---	---	---------	-------------------------

jellemzője, hogy (a Teller program eredményét figyelembe vevő döntés értelmében) az erőmű bővítése egy új [REDACTED] kV-os alállomás létesítésével valósul meg, amely a két új nagyblokkot fogadja, és kettős kuplungvezetékekkel lesz összekötve a meglévő állomással. A jelenleg üzemelő távvezetési kapcsolatokat meg kell osztani a két állomás között, beleértve az újonnan létesítendő [REDACTED] kV-os távvezeték két rendszerét.

A hálózati csatlakozás kialakítására az év folyamán a PÖYRY ERŐTERV Zrt. (ERŐTERV) előzetes tanulmányt készített (Előzetes hálózati megfontolások és a [REDACTED] alállomás általános ismertetése, 6F121104/0001/O jelű dokumentum), amelyben a Teller program eredményeire és megfontolásaira alapozva, a [REDACTED] MW-os bővítéshez egy, a [REDACTED] MW-os bővítéshez három csatlakozási megoldást vázolt fel. Közülük a MAVIR a vizsgálatsorozathoz első ütemben a [REDACTED] MW-os bővítésre kidolgozott „A” változatot vette alapul, azzal az eltéréssel, hogy korábbi hálózatvizsgálatainak eredményeire hivatkozva, a [REDACTED] kV-os távvezeték megépítését nem tartotta szükségesnek az erőművi fejlesztéshez.

A vizsgálat jelenlegi szakaszában a létesítendő erőművi egységekről (turbina-generátor, főtranszformátor) valós műszaki (mechanikai, villamos és szabályozástechnikai) adatok csak igen hiányosan állnak rendelkezésre. Az egységes kezelés érdekében a megbízóval történt előzetes megállapodás értelmében a PAE által átadott [REDACTED] adatszolgáltatás műszaki paramétereivel történt a vizsgálat, a sávosan megadott adatok középértékével számolva, és a szükséges, de hiányzó adatok tekintetében műszaki becsléssel kiegészítve azt. Az adatszolgáltatás a gerjesztésszabályozóra nem tartalmazott adatokat, ezért a stabilitásvizsgálatban a [REDACTED] hatásvázlata és paraméterei lettek felhasználva. (A számításokban figyelembe vett adatokat lásd a hivatkozott MAVIR-tanulmány mellékletében.)

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 12/45
---	---	---------	-------------------------

2.3 A vizsgálat első üteme

2.3.1 Az állandósult állapot vizsgálata

A PAE bővítésével létrejött új üzemszerű (N) állapotban az erőmű jelenleg is üzemelő egységei nettó [redacted] MW-ot, az új egységek [redacted] MW-ot táplálnak be az átviteli hálózatra. A csomópont feszültsége szabályozott, [redacted] kV, ennek tartásához az erőmű meglévő blokkjai egyenként [redacted] Mvar-t, az újak (háziüzemi fogyasztás nélkül) [redacted] Mvar-t termelnek. A [redacted] csomópontból kiszállított teljesítmény [redacted] irányába a legkisebb [redacted] MW), és [redacted] irányába a legnagyobb [redacted] MW), a többi szállítási irányban [redacted] és [redacted] MW közé esik. Ehhez a két állomás közötti kuplungvezetékeken a [redacted] állomásba [redacted] MW érkezik. A [redacted] kV-os transzformátorok egyenként [redacted] MW-tal táplálják be a [redacted] kV-os elosztóhálózatot. (Lásd az 1. ábrát.)

A két állomás közötti igen erős teljesítményszállítás jelzi azt, hogy az új blokkok által betáplált [redacted] MW szétesztására az új állomásban hiányzik egy déli irányú hálózati csatlakozás. Ennek biztosítása célszerűen a [redacted] kV-os távvezeték [redacted] állomásba való átforgatásával valósítható meg.

A magyar villamosenergia-rendszerben meglévő termelési fölösleg a feltételezés szerint az európai kontinentális szinkronzóna többi országába exportálható. Az egyes határkeresztező távvezetékeken a teljesítményszállítás megoszlása az 1. táblázatban látható (a nemzetközi összeköttetések hazai és országhatáron kívüli hálózati kapcsolataiból adódóan a nagymennyiségű export ellenére adott távvezetékeken import irányú teljesítményszállítás valósul meg, amire a pozitív előjel utal).

Üzemszerű állapotban sem távvezeték vagy transzformátor túlterhelés, sem az előírt feszültséghatárok túllépése nem fordul elő.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

1. táblázat

Összesen

Egyszeres kieséses (N-1) hálózátállapotokban az átviteli hálózaton vagy átviteli hálózati elem hiánya által másutt okozott határérték-túllépés nem fordul elő.

A kettős elemhiányos (N-1-1) állapotok vizsgálata során több esetben erős [REDACTED] [REDACTED] közötti) transzformátor terhelődések alakultak ki, de túlterhelődés csak a [REDACTED] térség

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [REDACTED] [REDACTED] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 14/45
---	---	----------------	---------------------------------

nemzetközi összeköttetéseinek hiányával összefüggésben, ami lényegében függetlennek tekinthető a PAE bővítésétől.

Az atomerőműben termelt teljesítmény biztonságos kiszállításának ellenőrzésére a közvetlenül a [REDACTED] kV-os állomásokba csatlakozó hálózati elemek körében bármely két elem együttes hiányát feltételező (N-2) üzemállapotokat is vizsgálni kell. Ezek során az egyik [REDACTED] kV-os transzformátor terhelése több esetben megközelítette az üzemzavari állaputra megengedett határértéket [REDACTED] ha a másik transzformátor kiesése valamelyik [REDACTED] kV-os távvezeték hiányával egyidőben következett be.

Bár a transzformátor terhelése még az üzemzavari állapotban elfogadható mértéken belül van, a táppont fontossága, az új erőművi blokkok háziüzemének esetleg innen vételezendő tartalékteljesítménye mindenképpen felveti a harmadik transzformátor beépítésének megfontolását.

Más jellegű problémát okoz a [REDACTED] és [REDACTED] távvezetékek, illetve a [REDACTED] távvezeték mindkét rendszerének egyidejű kiesése. A [REDACTED] illetve a [REDACTED] táppontra torlódott teljesítmény túlterheli az alárendelt [REDACTED] kV-os hálózat régi, kis keresztmetszetű vezetékeit [REDACTED] ami a vezetékek átépítésével, időszakosan a kikapcsolásukkal szüntethető meg.

2.3.2 Sugarasodási állapotok vizsgálata

Az erőművi alállomás másfélmegszakító kapcsolásának egyik előnye, hogy az egyes mezősorokban egymással szembekapcsolt hálózati elemek üze me fennmaradhat akkor is, ha bármely okból mindkét gyűjtősínnel való kapcsolatuk megszűnik. Az erőmű blokkjai szempontjából azonban ez azt jelenti, hogy egy távvezetékre sugarasodva, a blokk teljes teljesítményét a távvezetéken keresztül egy másik, általában távoli állomásba kell szállítani. Az alállomás ilyen korlátozott kapcsolású üzemállapotának következményeit először abban a súlyosbított esetben vizsgáltuk, amikor mindkét gyűjtősín hiányzik, s így nemcsak hogy két blokk sugarasodik egyszerre, hanem az állomás kapcsolásától függően egy vagy több távvezeték is üzemen kívül kerül.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 15/45
---	---	---------	-------------------------

A szóba jöhető esetek az alábbiak (ezekhez természetesen az alapesettől eltérő állomási kapcsolások tartoznak):

- Az egyik blokk az [redacted] a másik a [redacted] távvezetékkel van szembekapcsolva. Az állomás kapcsolásából adódóan sugarasodási helyzetben kialakul és üzemben marad egy [redacted] összeköttetés.

A meglévő [redacted] és a tervezett [redacted] távvezeték fázisvezető-sodronya egyaránt [redacted] mm² keresztmetszetű, így alkalmas a blokk teljes teljesítményének átvitelére. Problémát okoz viszont az, hogy az eredeti [redacted] összeköttetést a [redacted] állomás csatlakoztatása megbontja, a [redacted] távvezeték szakasz hiányában a blokk az ekkora teljesítmény továbbszállítására alkalmatlan [redacted] állomásra sugarasodhat, ezért a blokkok [redacted] állomásba csatlakozásának ilyen kialakítását elvetve, a tanulmány ezt az esetet eleve nem vizsgálja. (Megjegyezzük ugyanakkor, hogy lehetségesnek látszik rendszerautomatika kifejlesztése a probléma kezelésére, de a [redacted] távvezeték szakasz „kétrendszerűsítésével”, azaz átépítésével vagy új vezeték építésével ugyanúgy megoldható lenne, ezért ezt a változatot a többihez hasonlóan vizsgálni kell.)

- Az egyik blokk az [redacted] a másik a [redacted] távvezetékkel van szembekapcsolva. Az állomás kapcsolásából adódóan sugarasodási helyzetben kialakul és üzemben marad egy [redacted] Nyugat összeköttetés.

A [redacted] távvezeték fázisvezető-keresztmetszete csak [redacted] mm², a blokk teljesítményének átviteléhez a mintegy [redacted] km hosszú távvezeték át kell építeni [redacted] mm²-esre, ami meglehetősen költséges megoldás, és a vezeték hosszabb időre ki kell venni az üzemből. Tekintetbe véve azonban, hogy a [redacted] állomás hálózati csatlakozását a kétrendszerű [redacted] távvezetékkel már az első blokkhoz ki kell építeni, a két blokk üzembe lépése közötti [redacted] éves időszak lehetőséget teremt az átépítésre.

A sugarasodott állapot teljesítményszállítási szempontból megfelel, még egyszeres hiányállapotra is, csak a [redacted] és [redacted] feszültségek alacsonyak ([redacted] kV) a blokkok által betáplált [redacted] Mvar meddőteljesítmény ellenére, ezért javasolható a blokkok [redacted] kV-os kapcsán a feszültség növelése.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 16/45
---	---	---------	-------------------------

- A két blokk az [redacted] távvezeték egy-egy rendszerével van szembekapcsolva. (Ennek természetesen az a feltétele, hogy az eredeti megoldástól eltérően a távvezeték mindkét rendszerét a [redacted] állomásba kell csatlakoztatni, s így nem használható fel kuplungvezeték kialakítására.) Az állomás kapcsolásából adódóan sugarasodási helyzetben létrejön és üzemben marad egy [redacted] összeköttetés, kiesik viszont a [redacted] távvezeték.

A [redacted] távvezeték sodronykeresztmetszete a blokk teljesítményének kiszállításához megfelelő.

Ez a változat állandósult állapotban megfelel, az egy csomópontra beszállított mintegy [redacted] MW ellenére. Egyszeres kiesés esetén azonban mind [redacted] mind [redacted] irányban csak az [redacted] A-es soros korlátok feloldása esetén várható túlterhelésmentes üzem, kivéve a [redacted] távvezeték egyik rendszerének hiányát, amely a [redacted] betáplálásának hatására az üzemben maradt rendszer túlterhelésére vezet. A vizsgálat szerint a túlterhelés csak a [redacted] betáplálásának nagymértékű (esetleg teljes) korlátozásával szüntethető meg, ami szabályozási és tartalékolási problémákat vethet föl.

Bár az ismertetett problémát valószínűleg megoldaná a [redacted] felhasítás megfelelő keresztmetszetű kiépítése [redacted] felé, az egy csomópontba beszállított, [redacted] MW-ot meghaladó teljesítmény okán ez a változat nem támogatható.

- Az egyik blokk az [redacted] a másik a [redacted] [redacted] távvezetékkel van szembekapcsolva. Az állomás kapcsolásából adódóan sugarasodási helyzetben kialakul és üzemben marad egy [redacted] összeköttetés, amely így nem vesz részt a [redacted] teljesítmény kiszállításában.

A kuplungvezeték a [redacted] távvezeték felhasításával jön létre, keresztmetszete a blokk teljesítményének kiszállításához megfelelő.

Ez a változat hasonló nehézségekkel küzd, mint az előző, csak a mértékük kisebb, így a javasolt megoldás hasonló, de a [redacted] [redacted] szükséges korlátozás például csak [redacted] MW. Az üzemben maradó [redacted] transzformátor határértéket meghaladó, de még megengedhető túlterhelését okozza viszont a másik [redacted] kV-os transzformátor hiánya, ez a [redacted] állomásra kényszerített

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

teljesítmény hatása, és felveti a harmadik transzformátor beépítésének szükségességét.

Az ismertetett vizsgálatok azt bizonyítják, hogy bár nem kizárt a kettős sugarasodás fennmaradása állandósult állapotban, ez igen feszített, szigorúan felügyelt üzemállapotot jelent, különösen további üzemzavar miatti elemhiány kialakulásakor. Figyelembe véve, hogy valóságos körülmények között egy gyűjtőszint a védelem legnagyobb valószínűséggel megszakítóberagadás következményeként kapcsol ki, s így egy további távvezeték-kapcsolat is hiányozhat a teljesítmény kiszállításához, lehetőség szerint meg kell akadályozni az ilyen üzemállapotok kialakulását, de az azonos csomópontra sugarasodás lehetőségét mindenképpen.

2.3.3 Zárlatvizsgálat

A zárlatszámítás a zárlati igénybevételt majorizáló szubtranzien szárlati áramok meghatározásával történt, a földzárlati áramok korlátozására az új blokkok [redacted] kV-os oldali csillagpontjába kötött csillagponti fojtótekerccs hatásának felmérésével. A két állomás között feltételezett igen kis impedanciájú kapcsolat eredményeképpen a zárlati igénybevétel a két kapcsolóberendezésben lényegében azonos mértékű.

A számítási eredmények (szubtranzien szárlati áramok effektív értékei) az alábbiak (lásd még a 2. és 3. ábrákat):

- Háromfázisú zárlati áram [redacted] kA
- Egyfázisú földzárlati áram
 - mereven földelt csillagponttal [redacted] kA
 - egységenként [redacted] ohmos fojtótekerccsel [redacted] kA
 - egységenként [redacted] ohmos fojtótekerccsel [redacted] kA
 - egységenként [redacted] ohmos fojtótekerccsel [redacted] kA
 - közös [redacted] ohmos fojtótekerccsel [redacted] kA
- X/R viszony [redacted]
- Zárlati csúcsáram (az előzőekből számítva) [redacted] kA
- Termikus zárlati áram n/a

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 18/45
---	---	---------	-------------------------

Megjegyzés: A termikus zárlati áram nem határozható meg, ha kizárólag a szubtranzien্স zárlati áram ismert.

A jelenlegi [redacted] kV-os kapcsolóberendezés zárlati jellemzői:

- SF₆ gázszigetelésű kapcsolóberendezés
 - dinamikus határáram (csúcsérték) [redacted] kA
 - termikus határáram (effektív érték) [redacted] kA, [redacted] s
- Vonali berendezés
 - dinamikus határáram (csúcsérték) [redacted] kA
 - termikus határáram (effektív érték) [redacted] kA, [redacted] s, ill. [redacted] s

Látható, hogy a zárlati áramok erősen megközelítik, illetve részben meg is haladják a meglévő kapcsolóberendezés zárlati szilárdságát, ami azt jelenti, hogy a berendezést - üzem közben – nagyobb zárlati szilárdságúra kellene átépíteni.

2.3.4 Stabilitásvizsgálat

A tranziens stabilitásvizsgálat során a rendszer stabil üzemének fenntarthatósága a kritikus zárlathárítási idő meghatározásával ítéltető meg. Az Üzemi Szabályzat Hálózatfejlesztési Irányelve minimálisan 200 ms kritikus zárlathárítási idő elérését írja elő a stabil üzem fennmaradásához, mivel ennyi idő alatt a zárlatot a védelem megszakítóberagadás esetén is biztonsággal hárítani tudja. A modern gerjesztésszabályozó rendszerek a paraméterek optimális beszabályozásával többnyire lehetővé teszik a kritikus zárlathárítási idő megnövelését (az előírt érték csökkentését) [redacted] ms-mal, ezért a több mint tíz évre előre tekintő vizsgálatban a biztonság szem előtt tartásával elfogadható a [redacted] ms határérték feltételezése. Meg kell említeni azonban, hogy az adatszolgáltatás gerjesztésszabályozó adatokat nem tartalmazott, a szimuláció így a [redacted] adataival történt, az eredmények a szabályozó valós adatai következtében lényegesen megváltozhatnak.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] ([redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 20/45
---	---	---------	-------------------------

emellett a főtranszformátor áttételét [redacted] kal csökkentve megnövelik a generátor kapocsfeszültségét [redacted] ms, sugarasodásra [redacted] ms). [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Megállapítható tehát, hogy a kettős sugarasodás [redacted] miatt mindenképpen a blokkok [redacted] vizsgálati feltétel, a [redacted] [redacted] kV-os állomásba csatlakozó hálózati elemek [redacted] hiányállapotára vezető zavartatás esetén is, még az ismerttetett intézkedések [redacted]

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatzvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 21/45
---	--	---------	-------------------------

2.4 Az első ütem eredményeinek értékelése

Az eddigiekben ismertetett eredményeket összefoglaló tanulmányt [redacted] az MVM, a [redacted] megvitatták, és a konzultáció alapján határoztak a leszállított dokumentáció alábbi kiegészítéseiről, illetve a vizsgálat folytatásához figyelembe veendő módosításokról:

- A további vizsgálatokat a blokkvezetékek és a kuplungvezetékek jelenlegi ismeretek szerinti valós adataival kell végezni.
- Ha az üzemszerű terhelődések és a kettős elemhiány (N-2) üzemállapotok indokolják, vizsgálni kell a [redacted] távvezeték átforgatását a [redacted] alállomásba (ERŐTERV korábban hivatkozott tanulmánya, „C” változat).
- A kettős sugarasodás lehetőségének elkerülésére hosszanti gyűjtősinbontás kiépítésével kell számolni.
- A megváltozott kapcsolásra meg kell ismételni a kritikus teljesítményeloszlási és zárlati vizsgálatokat.
- Kiegészítő vizsgálatokat kell végezni a terhelés alatt szabályozható (OLTC) főtranszformátor szükségességének megítéléséhez.
- Kiegészítő zárlatszámításokat kell végezni a zárlatkorlátozási lehetőségek figyelembevételével (a transzformátor drop [redacted] os növelése, soros fojtó beépítése a kuplungvezetékekbe).
- Kiegészítő zárlatszámításokat kell készíteni a tranziens zárlati áram, valamint a szubtranzien্স zárlati áram összetevőinek és a csillapodási tényezőknek a meghatározására.
- Meg kell határozni a dinamikus csúcsáramot, illetve a termikus zárlati áramot, hogy eldönthető legyen, tovább üzemeltethető-e a [redacted] alállomás [redacted] kV-os SF₆ gázszigetelésű kapcsolóberendezése, vagy a megnövekedett zárlati igénybevétel miatt a berendezés az erőmű bővítésekor átépítendő.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 22/45
---	--	---------	-------------------------

2.5 A vizsgálat második üteme

2.5.1 Állandósult állapot

Az üzemszerű állapotra megismételt vizsgálat eredményeiből látható, hogy a [redacted] állomás közelsége és kettős összeköttetése miatt a hálózati kapcsolás átalakítása a távvezetékek teljesítményforgalmában mindössze néhány MW-os változást okoz. Kivétel a két állomás közötti teljesítményszállítás, amely jelentős mértékben lecsökken a [redacted] távvezeték átforgatása miatt. A blokkok által a hálózatra adott meddőteljesítmény kismértékben áttevődik a meglévő blokkokra, az új blokkok a háziüzemi fogyasztás figyelembevételével egyenként [redacted] Mvart termelnek.

Az üzemzavari és elemhiányos állapotok vizsgálata az egyszeres kieséses (N-1) és kettős elemhiányos (N-1-1) hálózatállapotok esetében az átviteli hálózaton vagy átviteli hálózati elem hiánya által másutt okozott határérték-túllépést nem jelez, kivéve a [redacted] körzet határkeresztező vezetékeinek kettős üzemzavarával kapcsolatos, a [redacted] bővítéshez, hálózati átrendezéshez nem köthető terhelődési problémákat.

Az atomerőmű hálózati csatlakozásának kettős elemhiányos (N-2) vizsgálata a korábbival azonos problémákat mutat ki, valamelyest kisebb transzformátor terhelődésekkel.

2.5.2 Sugarasodási állapotok vizsgálata

A hosszanti gyűjtőszínbontás kialakításával egyszerre már csak egy blokk sugarasodásával kell számolni, ezeket az üzemállapotokat csak a [redacted] állomás részletes, a különböző szembecsatlakoztatási változatok esetében különböző kapcsolásának ismeretében lehet meghatározni, így a számítások csak később készülhetnek el.

A sugarasodási változatokhoz feltételezett állomáskapcsolások leírását lásd a mellékletben.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fojozot	Lap/összes lap 23/45
---	---	---------	-------------------------

2.5.3 Minimális üzemállapot vizsgálata

Az Üzemi Szabályzat Irányelve értelmében adott feszültség szinten és adott blokk teljesítmény felett az újonnan létesítendő egységeket terhelés alatti fokozatszabályozásra (OLTC) alkalmas főtranszformátorral kell beépíteni, hogy igény esetén képes legyen a rendszerszintű feszültség-meddőteljesítmény szabályozásban részt venni. A Megvalósíthatósági Tanulmány feladata annak vizsgálata is, hogy az előírástól eltekintve, a feszültségtartás és a meddőteljesítmény-gazdálkodás igényei kiszolgálhatók-e az általában megajánlott, áttétel-változtatásra csak feszültségmentes állapotban alkalmas transzformátorral.

A csúcsterhelési állapotra elvégzett vizsgálatok nem mutattak ki olyan hálózatállapotot, amelyben a feszültség tartása vagy a szükséges meddőteljesítmény nagysága gondot okozott volna, a generátorok még sugarasodott állapotban is tartani tudják a [redacted] kV-ra szabályozott feszültséget [redacted] Mvar meddőteljesítmény termelésével. Az ilyen üzemállapotban előnyösebb, magasabban értéken tartott [redacted] kV-os feszültség a generátorfeszültség szabályozásával megoldható.

Az [redacted] MW-ot meghaladó nagyságú exportteljesítmény erős hálózati terhelést jelent, ezért egy export nélküli minimális terhelési állapotra is vizsgálatot végeztünk, amelyben csak az [redacted] MW-os blokk üzemelt. A hálózati csatlakozási ponton ebben az üzemállapotban is tartható volt a [redacted] kV-os feszültség a generátor minimális, [redacted] Mvar közötti meddőteljesítmény-nyelésével.

A stabilitásvizsgálatokból kitűnik, hogy a generátor-, illetve a hálózati feszültség megemelése megnöveli a stabilitás megtartásának esélyeit, s ez különösen a blokkok sugarasodása esetén kedvező hatású. A kellő mértékű változtatáshoz a transzformátor terhelés alatti szabályozhatósága szükséges.

Megállapítható, hogy a MAVIR által elvégzett hálózatvizsgálatok alapján nincs feltétlenül szükség a főtranszformátor terhelés alatti feszültség szabályozására. Az egység [redacted] éves élettartama alatt azonban a helyzet változhat, s a blokknak egész idő alatt képesnek kell lennie a rendszerszintű szolgáltatásra.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

Az ENTSO-E generátorok hálózati csatlakozására vonatkozó, kidolgozás alatt álló, de majdan kötelező előírásai a rendszerösszeomlás elkerülését lehetővé tevő egyik eszközként tekintik az együttműködő rendszerben kooperáló generátorok üzemen tartását és névleges termelésük fenntartását csökkenő feszültségen is. Az előírás jelenlegi változata szerint a 49–51 Hz frekvenciatartományban 320 és 340 kV között 30 percig, 340 és 360 kV között 60 percig üzemen kell maradnia a generátornak.

Az elmondottak alapján továbbra is szükségesnek mondható a terhelés alatti fokozatszabályozásra alkalmas főtranszformátor beépítése.

2.5.4 Zárlatvizsgálat

A megváltozott hálózati konfigurációt (blokkvezeték, kuplungvezeték leképezése, [redacted] távvezeték átforgatása) alapul véve kiegészítő zárlatvizsgálat készült (a szubtransziens zárlati áramok meghatározásával) annak a felmérésére, hogy a főtranszformátor [redacted] kV-os oldali csillagpontjába kapcsolt fojtótekerics impedanciájának és a transzformátor rövidzárási feszültségének (drop) a változtatása hogyan befolyásolja a [redacted] kV-os állomásokban a zárlati igénybevételt:

Szubtransziens zárlati áramok
a csillagponti fojtó és a transzformátor drop függvényében (kA)

3. táblázat

	[redacted]		[redacted]		[redacted]		[redacted]		[redacted]		[redacted]	
Drop	[redacted]		[redacted]		[redacted]		[redacted]		[redacted]		[redacted]	
Fojtó	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN
nincs	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

A hálózatzvizsgálat első ütemében, majorizáló számítással meghatározott zárlati értékekkel összevetve látható, hogy önmagában a blokkvezetékek, illetve kuplungvezetékek figyelembevétele a 3F/FN zárlati áram értékeket a Paks [redacted] állomásban [redacted] kA-rel, a [redacted] állomásban [redacted] kA-rel mérsékli. A transzformátor drop [redacted] ra történő

Szilági F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatzvizsgálatok a () () MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 25/45
---	--	---------	-------------------------

növelésével a zárlati áramok a () állomásban további ()-rel, a () állomásban () kA-rel csökkenthetők, a 3F zárlati áram mértéke az () kA zárlati szilárdságú berendezést tekintve már elfogadható. A még mindig túl nagy FN zárlati áramok további korlátozása csak csillagponti fojtótekerccs beépítésével lehetséges. (Figyelembe kell azonban venni, hogy a megváltozott hálózatkép következtében, illetve az emelt dropú transzformátor alkalmazásával a transzfer impedancia nő, ami – ahogy azt a stabilitási vizsgálatok mutatják – csökkenti a rendszer tranziens stabilitását.)

A csillagponti fojtótekerccs alkalmazása

A Mavir által elvégzett zárlatszámítások eredményei alapján tehát – mivel az FN zárlati áramok értéke meghaladja a () kV-os SF₆ kapcsolóberendezés zárlati szilárdságát – a zárlati áram korlátozására a főtranszformátorok csillagpontjába () ohm értékű csillagponti fojtótekerccs beépítése szükséges (a hibahely kétoldali zárlati rátáplálása közül csak a főtranszformátor felől érkező rátáplálás csökkenthető). Ennek ismeretében a főtranszformátor () kV-os oldali csillagpontját nem lehet mereven földelt kivitelnek megfelelően kialakítani, mivel a csillagponti fojtótekerccsen átfolyó 3I₀ zárlati áram kb. () kV csillagponti feszültségemelkedést eredményez.

A javasolt szigetelési szint feleljen meg a () kV-os névleges feszültséghez rendelt ipari frekvenciás, illetve lökö próbafeszültség értékeknek:

- Névleges ipari frekvenciás próbafeszültség (50 Hz, 1 min) () kV
- Névleges lökö próbafeszültség (1,2/50 μs) () kV

Megjegyzés: A transzformátor specifikációban külön fel kell hívni az Ajánlattevő figyelmét, hogy a csillagpontba zárlatkorlátozó fojtótekerccs kerül beépítésre, ezért gondoskodnia kell a szabadon maradt (be nem kötött) átkötési lehetőségek/fokozatok (szabályozós transzformátor esetén az összes fokozat) megfelelő túlfeszültségvédelméről!

Zárlatkorlátozó fojtótekerccs hatása

Mint látható, a zárlati áram korlátozása/csökkentése a soros impedancia növelésével érhető

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatzvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 26/45
---	--	---------	-------------------------

el. Az egyeztetéseken a [redacted] részéről felmerült, hogy a soros impedancia az ismertetett módszerek alkalmazásán kívül növelhető a kuplung vezetékekbe (pl. a [redacted] oldali végükön) beépített soros (elsősorban száraz kivitelű) fojtótekerccsel is.

Olyan megoldást célszerű keresni, hogy normál üzemben a soros fojtótekerccsek söntölve legyenek, majd a zárlat fellépését követően (di/dt figyelése alapján) kerüljenek üzembe. Az üzembe kerülés ideje a lehető legrövidebb legyen, azaz előzze meg a zárlati csúcs kialakulását ($t < [redacted]$ ms). Ez megszakító beépítésével nem oldható meg. Nagyfeszültségen biztosító mint készülék nem áll rendelkezésre, ezért nem alkalmazható a közép-feszültségű hálózatokra kifejlesztett biztosítós csúcsáram korlátozó. Lehetséges megoldás lenne az igen gyors félvezető elemekből (tirisztor, térvezérlésű tranzisztor, IGBT) kialakított kapcsoló beépítése, de úgy ítéljük meg, hogy ez a még kifejlesztendő berendezés igen drága megoldás, ezért nem javasoljuk, különös tekintettel arra, hogy legfeljebb [redacted] év időtartamig, a meglévő erőmű első egységeinek leállításáig lesz szükség a zárlatkorlátozásra.

További hátránya a soros zárlatkorlátozó fojtó beépítésének, hogy meg kell oldani a zárlatbiztosságot, illetve a túlfeszültség-védelmet. Túlfeszültség-védelmi szempontból a [redacted] kV-os névleges feszültséghez rendelt ipari (50 Hz, 1 min), valamint lökőhullámú (1,2/50 μ s) próbafeszültségek alkalmazásával érhető el a megfelelő védettségi szint.

Az előző eredmények ismeretében további kiegészítő zárlatszámítás készült az új blokkok főtranszformátorának csillagpontját mereven földeltnek tekintve és [redacted] os dropot feltételezve a zárlati áram időbeli lefolyását jellemző zárlati értékek meghatározására (kA):

A zárlati áram összetevői (kA)

4. táblázat

zárlat	Szubtranzien্স zárlati áram (I'')			Tranzien্স zárlati áram (I')		Állandósult zárlati áram (I)	
	3F	FN	X/R	3F	FN	3F	FN
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

A számítások kiértékelése

Az elvégzett számítások kiértékelése a zárlati csúcsáramok, illetve termikus zárlati áramok meghatározásával történik. A számításokat az IEC 60865-1 szabvány (Zárlati áramok. Hatásszámítások) alapján végeztük el.

A χ csúcstényező meghatározása

$$\chi = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R}{X}}$$

$$\chi = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R}{X}}$$

A zárlati csúcsáram meghatározása

$$I_{cs} = \sqrt{2} \cdot \chi \cdot I''$$

$$I_{cs} = \sqrt{2} \cdot \chi \cdot I''$$

A termikus zárlati áram meghatározása

$$I_t = (m + n) \cdot I''$$

ahol

m – a zárlati áram egyenáramú összetevőjének melegítő hatását kifejező tag

n – a zárlati áram váltakozó áramú összetevőinek melegítő hatását kifejező tag, ez 6 tag összegét jelenti

$$m = \frac{1}{2 \cdot \Gamma \cdot T_k \cdot \ln(\chi - 1)} \left(e^{4 \Gamma T_k \ln(\chi - 1)} - 1 \right)$$

ahol T_k – a kioldási idő

$$T_k = \frac{1}{f} \cdot \ln \left(\frac{I_{cs}}{I''} \right)$$

$n=1$, ha állandó feszültségű a zárlati rátáplálás, azaz $I''=I'=I$, ellenkező esetben (mint itt is) értéke

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	I''/I	I'/I
• [redacted]	[redacted]	[redacted]
• [redacted]	[redacted]	[redacted]

n értékei 200 ms, illetve 1 s zárlati igénybevételi idő figyelembevételével

T_k	200 ms	1 s
• [redacted]	[redacted]	[redacted]
• [redacted]	[redacted]	[redacted]

I_l értékei 200 ms, illetve 1 s zárlati igénybevételi idők figyelembevételével

	200 ms	1 s
• [redacted]	[redacted]	[redacted]
• [redacted]	[redacted]	[redacted]

Ezen értékek átszámítása 1 s-ra, illetve 3 s-ra

	1 s	3 s		
zárlat fennállása:	200 ms	1 s	200 ms	1 s
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

A számítási eredményekből levonható következtetések, megállapítások

Megjegyzés: A [redacted] és a [redacted] erőműrész együttes, teljes kiépítettsége és üzeme várhatóan [redacted] évig tart!

- A zárlati igénybevétel csökkentésére a blokktranszformátorokat mindenképpen növelt, [redacted]-os droppal célszerű megrendelni, de figyelembe kell venni, hogy ez rontja a stabilitási feltételeket.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

- A blokktranszformátorok csillagpontjába (transzformátoronként) [redacted] ohm értékű csillagponti fojtók építendők be.
- Egyéb zárlatkorlátozási lehetőségek alkalmazása, pl. soros fojtótekercs beépítése a kuplung vezetékekbe nem szükséges, illetve nem javasolt (tranziens stabilitás romlása).
- [redacted]
- [redacted]
- A [redacted] transzformátorállomás [redacted] kA-es SF₆ gázszigetelésű kapcsolóberendezését a bővítés során nem kell átépíteni, megfelelnek dinamikus, illetve termikus zárlati igénybevételek szempontjából.
- A [redacted] transzformátorállomásban létesítendő új kapcsolóberendezést célszerű [redacted] kA-es kivitelben létesíteni (termikus határáram [redacted] kA, dinamikus határáram [redacted] kA). Ha viszont figyelembe vesszük, hogy csak a dinamikus csúcsáram éri el a dinamikus határáram értékét (gyűjtőszínzárlat esetén), és a kapcsolási kép, amely ezt az áramot eredményezi, is legfeljebb [redacted] évig állhat fenn, tudatos kockázatvállalással választható az [redacted] kA-es típus is.

2.5.5 Stabilitásvizsgálat

Ahogy már ismertettük, az első ütemben elvégzett vizsgálatok eredményeit szakértői egyeztetésen vitattuk meg, amelynek következménye a hálózat kapcsolás megváltoztatása lett. A korábbtól eltérő hálózatképre az állandósult állapotra vonatkozó vizsgálatok mellett a megnövelt mechanikai teljesítményt is figyelembe vevő stabilitási számítások készültek.

Az új feltételrendszernek megfelelően meghatározott kritikus zárlathárítási idők az alábbiakban láthatók:

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

5. táblázat

6. táblázat

A [REDACTED]-os dropú főtranszformátort tartalmazó számítási modellre elkészült a generátorfeszültség, illetve a [REDACTED] kV-os feszültség megnövelésére, valamint a transzformátor áttétel-változtatására vonatkozó érzékenységvizsgálat is. Az eredményből kitűnik, hogy a feszültség-változtatás a beavatkozási helytől és módtól függetlenül önmagában csak [REDACTED] ms-ra növeli a kritikus zárlathárítási időt, a kettő együttes hatása viszont már [REDACTED] ms-ot eredményez. A megoldás nehézsége azonban továbbra is a transzformátor áttétel-szabályozásának megoldása terhelés alatti állapotban.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 31/45
---	---	---------	-------------------------

Az állomás kapcsolásának megváltozása, a hosszanti gyűjtőszinbontó megszakító beépítésének feltételezése a kettős sugarasodás lehetőségét kizárja. A blokkokkal szembekapcsolt vezetékek által meghatározott sugarasodási változatokhoz az állomás kapcsolására különböző megoldásokat alakítottunk ki (lásd a mellékletet). Az ezek alapulvételével kidolgozandó sugarasodási stabilitásvizsgálatok később készülnek el.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fojezet	Lap/összes lap 32/45
---	---	----------------	---------------------------------

2.6 A blokktranszformátor szabályozhatósága és a blokk működési tartományának elemzése

Az elvégzett számítások eredményeit az 1+4.sz. szövegszabvány ábrákban adtuk meg, az ábrákban az erőművi blokk kimenő feszültsége látható a meddőteljesítmény függvényében, állandó értékű, bruttó [redacted] MW-os hatásos teljesítmény betáplálása mellett, az alábbiak figyelembevételével:

- A feszültségeket a blokkvezeték végén, [redacted] transzformátorállomásban adtuk meg.
- A meddőteljesítmény-betáplálás vonatkozásában a gép méretezéséhez képest keskeny tartományt vizsgáltunk $-[redacted]$ Mvar (alulgerjesztett) meddőtől $+ [redacted]$ Mvar (túlgerjesztett) meddőig terjedően. A tartomány ugyanakkor hazai erőművi viszonylatban tágnak mondható, ezért feltételeztük, hogy a blokk vizsgált meddőteljesítmény-termelési tartománya a Rendszerirányító számára elfogadható üzemi tartományként, és elfogadható a blokknak a PQ-diagramja⁴ által megengedettnél kisebb mértékű terhelése is.
- A generátor, blokktranszformátor, blokkvezeték és a háziüzemi fogyasztás adatait a hálózatvizsgálatban felvettek szerint vettük figyelembe.
- A transzformátor áttétele terhelésmentes állapotban átköthető, feltételezésünk szerint [redacted] fokozatban, $-[redacted]$ től $+ [redacted]$ ig terjedő tartományban [redacted] kV-tól [redacted] kV-ig).
- Feltételeztük, hogy a generátor kapocsfeszültségének szabályozási tartománya $-[redacted]$
- Az ábrák tartalmazzák a [redacted] kV-os hálózati feszültségnek a hálózatfejlesztési irányelvben meghatározott maximális és minimális értékeit [redacted] kV, [redacted] kV – szaggatott vonallal jelölve).

Az 1.sz. ábrán a transzformátor középállásban van [redacted] kV áttétel). Látható, hogy az

⁴ A generátor PQ-diagramja még nem ismert. A villamos gépekre általánosan szokásos méretezést feltételezve a névleges hatásos teljesítmény leadása mellett $\cos\varphi = [redacted]$ lehet megengedhető túlgerjesztett, [redacted] pedig alulgerjesztett irányban.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatzvizsgálatok a [redacted] ([redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 33/45
---	--	---------	-------------------------

adott meddőteljesítmény-tartományban nem képes a kimenő feszültség lefedni a hálózati feszültség tartományát, még [redacted]-os generátorfeszültség esetén sem. A blokk nem tud együttműködni a hálózattal a [redacted]-kV tartományban, ez csak [redacted]-Mvar-t meghaladó meddőtermelés esetén lehetséges. Az ábrán berajzoltuk a [redacted]-os generátorfeszültséget is, és ez mutatja, hogy ebben az esetben a tartomány már lefedhető.

A blokk működési tartománya névleges transzformátor-átvételnél

1. ábra

A 2.sz. ábra abban tér el az 1.sz. ábrától, hogy a generátor hatásos teljesítmény betáplálását a felére csökkentettük (ehhez igazodva a háziüzemi fogyasztást [redacted]-kal mérsékeljük).

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 34/45
---	--	---------	-------------------------

Látható, hogy a változás nem számottevő, a lefedetlen tartomány [redacted] kV-ra módosul, a korlátozás nélküli együttműködés pedig [redacted] Mvar-t meghaladó meddőbetáplálás mellett lehetséges.

A blokk működési tartománya felére csökkentett hatásos teljesítmény betáplálásnál és névleges transzformátor-áttételnél

2. ábra

A 3.sz. ábrán a transzformátor áttétele [redacted] kal kisebb [redacted] kV). Ebben az esetben a [redacted] kV és [redacted] kV közötti tartomány a lefedetlen. [redacted] kV tartása csak [redacted] Mvar-t meghaladó meddőnyelés esetén lehetséges. Az áttétel csökkentésével tehát jobban kiszolgálhatók a hálózat alacsonyabb feszültségű üzemállapotai, a magasabb feszültségű üzemállapotok azonban kevésbé.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Datum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet:	Lap/Összes lap 35/45
---	--	----------	-------------------------

A blokk működési tartománya [redacted]-kal csökkentett transzformátor-átvitelnél

3. ábra

A 4. sz. ábrán a transzformátor átvitele a névlegeshez képest [redacted]-kal növelt [redacted] kV). Az átvitelnövelés hatása egyértelműen kedvezőtlen, az alacsonyabb feszültségű hálózati üzemállapotok egyre kevésbé szolgálhatók ki, az ábrázolt [redacted]-os átvitelnövelés esetén csak a generátor [redacted]-kal csökkentett feszültségével lehetséges [redacted] kV és [redacted] kV közötti üzemet tartani.

Az ábrák elemzése alapján megállapítható, hogy amennyiben az általunk felvett meddőtartomány figyelembevételre elegendő, akkor két lehetséges megoldás adódik:

- változatlan transzformátor főátvitel mellett [redacted] kV) szükséges, hogy a

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Datum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a [redacted] [redacted] MW-os) bővítésre	Fejezet	Lap/összes lap 36/45
---	--	---------	-------------------------

generátor kapocsfeszültsége [redacted] és [redacted] között legyen változtatható.

- A transzformátor legyen terhelés alatti fokozatkapcsolóval ellátva, azaz csillagponti szabályozó beépítése szükséges.

A blokk működési tartománya [redacted] kal növelt transzformátor-átvételnél

4. ábra

Szilágyi F.		2011. 12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatzvizsgálatok a [REDACTED] ([REDACTED] MW-os) bővítésre	Fojozot	Lap/összes lap 37/45
---	--	---------	-------------------------

Az általunk felvett tartománynál nem szélesebb üzemi meddőtartományok esetén elegendő a [REDACTED] közötti generátor feszültségtartomány alkalmazása.

Amennyiben nem engedhető meg a generátor [REDACTED]-ot meghaladó kapocsfeszültség-csökkentése, vagy az általunk felvettnél szélesebb meddőtartományok kiszolgálása szükséges, terhelés alatti fokozatkapcsolóval felszerelt blokktranszformátort kell beépíteni.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

2.7 A zárlathárítási idő csökkentése

A stabilitásvizsgálat kimutatta, hogy [redacted] MW-os blokkok esetén a karbantartásos üzemállapotban bekövetkező zárlatra meghatározható kritikus zárlathárítási idő többnyire jóval alatta marad, legfeljebb megközelíti az Üzemi Szabályzat Irányelvében előírt határértéket (200 ms), s ahhoz is például a hálózati feszültség megnövelése, a transzformátor áttételének megváltoztatása szükséges. A helyzetet javíthatja a zárlathárítási idő csökkentése. A MAVIR OVRAM szakértőivel egyeztetve, erre az alábbi lehetőséget látják:

Feltételezések, gyakorlati tapasztalatokkal alátámasztva

- A védelmek kioldási ideje [redacted] ms
- A megszakító zárlati teljes kikapcsolási ideje [redacted] ms
- A teljes zárlathárítás ideje nem hosszabb, mint [redacted] ms

A kioldási idő csökkentésének lehetőségei

- gyors túláramvédelem alkalmazása az erőműben
- ultragyors kioldó reléket tartalmazó védelmek alkalmazása
- a távvezeték teljes hosszára [redacted] ms-os kioldási idő biztosítása szakaszvédelmek alkalmazásával (a távolsági védelmek túloldalról gyorsított kioldás – szinkronozott kioldás – nagyobb kioldási idejének kiküszöbölésére)

A megszakító-beragadás valószínűségének csökkentése

- mindkét alapvédelem mindkét megszakító kioldótekercsére adjon kioldást, vagy
- a megszakító-beragadási védelem első fokozatának $t=0$ -ra állítása

A fentiek figyelembevételével a megszakító-beragadási védelem késleltetése [redacted] ms-ra állítható (körbekapcsolás), azonban ehhez a megszakító-beragadási védelem működését gyors visszaesésű túláram és/vagy megszakító állás (segédérintkező) feltételhez kell kötni! Ennek a feltételnek kb. [redacted] ms-on belül [redacted] ms alatt) biztonsággal vissza kell esnie!

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatzvizsgálatok a () () MW-os) bővítésre	Fojezot	Lap/összes lap 39/45
---	--	----------------	---------------------------------

Az előzőek alapján kiadódó () () ms közötti biztonsági sávot tekintve az előírt kritikus zárlathárítási idő csökkenthető () ms-ra állítható.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

2.8 Stabilitásvédő rendszerautomatika

A [redacted] távvezeték az átviteli kapacitása alapján alkalmas egy [redacted] MW-os blokk teljesítményének kiszállítására, a sugarasodási vizsgálatok sorozatában mégsem szerepelt, mivel a [redacted] távvezeték szakasz karbantartása, illetve e távvezetékíven történő sugaras kitáplálás alatt bekövetkező kikapcsolása a [redacted] állomásban üzemelő transzformátorok pillanatszerűen bekövetkező veszélyes mértékű túlterhelését és sérülését okozhatja. Tekintettel azonban arra, hogy a sugarasodás nem egy lépésben alakul ki, ahhoz több eseménynek kell egymás után bekövetkeznie, célszerűnek látszik a káros következmények megelőzésének a lehetőségét felmérni.

A probléma kezeléséről a MAVIR OVRAM szakértőivel egyeztetve, lehetségesnek látszik egy rendszerszintű automatika kialakítása.

Az automatika bemeneti információi az alábbiak lehetnek:

- [redacted]
A végponti állomások másfél megszakító elrendezését figyelembe véve ezt a bemenetet adhatja a két vezeték végi két-két megszakító ÉS kapcsolatának VAGY kapcsolata. Az így előálló információt ki lehet egészíteni a távvezeték valamelyik oldali minimális [redacted] terhelőáram figyelésével, egy további ÉS kapcsolattal. Ez utóbbi önállóan is használható a távvezeték kooperáción kívüli állapotának eldöntésére.

Az előző pontban leírtakkal azonos módon kezelhető megoldás.

- [redacted]
Két transzformátort feltételezve, azok mindkét oldali megszakítóinak állapotát felhasználva, az előzőekben leírtakhoz hasonlóan előállítható az az információ, hogy az állomáson üzemel-e átviteli hálózati transzformátor. Ez itt ÉS kapcsolatban kiegészíthető azzal, hogy a transzformátorok terhelése kisebb-e fél

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

névleges terhelésüknél. Utóbbi önállóan is szolgálhat a rendszerautomatika bemeneti információjaként.

- **A [redacted] üzemállapota**
A mezőszelethez kapcsolódó erőművi blokk biztosan elveszítette helyi kooperációját, ha csak az összekötő ági megszakító van bekapcsolt állapotban. (Egyéb módon létrejött ilyen üzemállapot biztos eldöntése csak bonyolult logikai hálózat kialakításával lehetséges.)
- **A Paksi Atomerőmű [redacted] MW egységteljesítményű blokkjainak terhelési állapota**
Az automatika bemenő adata lehet például, hogy az adott blokk kiadott teljesítménye nagyobb-e névleges teljesítményének [redacted] ánál.

Az üzemirányítási rendszer jelátviteli kapcsolatainak felhasználásával az előbbieken felsorolt információk eljuttathatók egy központi döntéshozó egységbe, ahol további paraméterek felhasználásával vagy a nélkül eldönthető, hogy a bekövetkezett sugaras üzem automatikusan kerüljön-e megszüntetésre a blokk kikapcsolásával.

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

3 ÖSSZEFOGLALÁS

A Paksi Atomerőmű [redacted] MW (nettó) teljesítményű bővítésére vonatkozó hálózatzvizsgálat eredményei alapján a következő megállapítások tehetők.

- A kétrendszerű [redacted] távvezeték megépítése a bővítés alapvető és elengedhetetlen feltétele.
- Az állandósult állapot vizsgálata azt mutatja, hogy a hálózatba táplált [redacted] MW kiszállítása üzemszerű viszonyok között és egyszeres hiánnyal gyengített hálózati állapotban megfelelő, még a paksi alállomásokhoz kapcsolódó átviteli hálózati elemek hiányával egyidejű [redacted] kV-os hálózati üzemzavarok esetén is.

Az atomerőművek esetében az erőmű alállomásához közvetlenül kapcsolódó hálózati elemek kétszeres hiányára vonatkozó számítások egyes üzemzvari esetekben a [redacted] és [redacted] illetve a [redacted] és [redacted] állomások közötti régi, kis keresztmetszetű [redacted] kV-os hálózati elemek túlterhelődését mutatták ki, ezek a vezetékek átépítésével vagy időszakos kikapcsolásával megszüntethetők.

Ugyancsak a kétszeres hiányra vonatkozó vizsgálatok azon eseteiben, amelyek az egyik [redacted] kV-os transzformátor hiányával járnak, az üzemben maradt másik transzformátor terhelődése megközelíti a [redacted]-ot. Tekintetbe véve, hogy az új erőmű tartalékelátása is valószínűleg a meglévő állomásból, [redacted] kV-on fog történni, indokolt a harmadik [redacted] kV-os transzformátor beépítése.

- Állandósult állapotra sugarasodási vizsgálatok csak kettős sugarasodás feltételezésével készültek. Ezek alapján az egy blokk sugarasodási viszonyai csak részlegesen ítéltethők meg. (A sugarasodási változatokhoz az eredetitől eltérő állomáskapcsolások tartoznak.)

Az [redacted] irányú sugarasodás ~~elfogadható~~. Mindkét blokk [redacted] vezetékkel való szembekapcsolása a kettős sugarasodás kizárása esetén is kockázatos, mivel ehhez a távvezeték mindkét rendszerét az új alállomásba kellene bekötni.

A [redacted] [redacted] irányú sugarasodás feltétele a [redacted] és [redacted] (esetleg [redacted]) közötti kettős

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

összeköttetés („kétrendszerűsítés”) megteremtése [redacted] km), ami többletköltséggel jár. A másik lehetőség erre a vonalra stabilitásmentő rendszerautomatika kifejlesztése, ami szakértői vélemény szerint megoldható (és az állomás kapcsolásának később esetleg szükséges átrendezése esetén másik vezetékre is alkalmazható).

- o A [redacted] irányú sugarasodás feltétele a mintegy [redacted] km hosszú távvezeték átépítése [redacted] nm²-es sodronnyal, ami az oszlop cserét is figyelembe véve tetemes többletköltséget jelent.
- o A meglévő [redacted] kV-os állomásra (kuplungvezetékekkel) történő sugarasodás megfelelő lehet, bár növeli a forráskoncentrációt azonos idejű távvezetékhiány mellett. Ugyanezen okból felveti a harmadik transzformátor beépítésének szükségességét.

Összességében a bővítés állandósult állapotra vonatkozó vizsgálatai szerint a hálózat üzembiztonsága határesetben megfelelőnek mondható.

- A jelenlegi [redacted] kV-os állomás kiépített zárlati szilárdságát [redacted] kA) a háromfázisú zárlati igénybevétel megközelíti, a földzárlati meg is haladja. Ez utóbbi az [redacted] MW-os blokkok főtranszformátorainak csillagpontjába kötött [redacted] ohmos csillagponti fojtótekerccsel a megfelelő szintre korlátozható (a csillagpont szigetelési szintjét a kb. [redacted] kV-os feszültségemelkedés figyelembevételével kell meghatározni). Tovább javítja a helyzetet, ha a főtranszformátor rövidzárási impedanciáját [redacted] ra választják, de ebben az esetben számolni kell azzal, hogy a stabilitás a transzfer impedancia növelése miatt kismértékben romolhat.

A zárlatvizsgálat alapján a meglévő állomás [redacted] kA-es SF₆ gázszigetelésű kapcsolóberendezése továbbra is megfelelő, de a [redacted] kA-es szabadtéri vonali berendezést cserélni kell. Az új állomás kapcsolóberendezését a várható élettartamra való tekintettel [redacted] kA-es zárlati szintre javasolt kiépíteni, de a két erőműrész [redacted] együttes üzeme utáni kisebb zárlati igénybevétellel számolva – tudatos kockázatvállalással – az [redacted] kA-es zárlati szint is elfogadható, lehet.

- [redacted] a kritikus zárlathárítási idő [redacted] ms, [redacted] ms-tól. A generátor kapocsfeszültségének vagy a főtranszformátor áttételének változtatásával az érték [redacted] ms-ra növelhető, a kettő együttes hatására [redacted] ms érhető el, de ez még

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

mindig alatta marad a korszerű szabályozók alkalmazásával esetleg [redacted] ms-ra csökkenthető előírástól.

A blokkok sugarasodása tranziens stabilitás szempontjából csak kettős sugarasodásra lett vizsgálva, a szinkronizmusból a [redacted] sugarasodó blokk esik ki először. A [redacted] [redacted] ms-os kritikus zárathárítási idő az említett beavatkozásokkal is csak [redacted] ms-ra növelhető, [redacted]

A transzformátor áttétel-változtatásával elérhető feszültségnövelés javító hatása csak abban az esetben alkalmazható, ha a transzformátor terhelés alatti fokozatkapcsolóval (OLTC) rendelkezik.

Vizsgálni kell az előírt kritikus zárathárítási idő csökkentésének lehetőségét a védelmi eszközök, beállítások változtatásával.

- A blokkok kettős sugarasodása a tranziens stabilitás megbomlásával és a blokkok kiesésével jár, ezért nem engedhető meg. Az új [redacted] kV-os állomásban a hosszanti sínbontó megszakítót be kell építeni.
- A MAVIR által elvégzett hálózatszámítás alapján a főtranszformátor terhelés alatti szabályozhatóságának szükségességét nem lehet megítélni. A blokk működési tartományára, különböző üzemállapotokra vonatkozó kiegészítő számítások azonban azt mutatják, hogy rögzített áttétellel nem fedhető le a szükséges hálózati feszültségtartomány. Mivel a blokknak teljes élettartama alatt képesnek kell lennie részt venni a rendszerszintű feszültség-meddőteljesítmény szabályozásban, s ehhez a jelenlegi Üzemi Szabályzat az OLTC alkalmazását előírja, továbbá elfogadása esetén az ENTSO-E kidolgozás alatt lévő előírásainak teljesítéséhez is szükséges a terhelés alatti szabályozás lehetősége, a főtranszformátorok áttételének terhelés alatti szabályozhatóságát elő kell írni.

[redacted]
[redacted]
[redacted]

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

MELLÉKLETEK

1. A Paksi Atomerőmű 2 darab, egyenként [redacted] MW [redacted] reaktorblokkal történő bővítése hálózati csatlakozási feltételeinek vizsgálata (MAVIR RTO, 2011. október)
2. A hálózatszámítási modellben szereplő csomópontok jelölésének magyarázata
3. A hálózátfejlesztés tervezésére vonatkozó egyes rendszerirányítói követelmények összefoglalása
4. [redacted] kV-os állomás kapcsolása [redacted] MW-os bővítéshez

Szilágyi F.		2011.12.	6F121104/0021/O
Név	Aláírás	Dátum	

